



národní  
úložiště  
šedé  
literatury

**Magnetomineralogie devonských vápenců z lokality Branžovy : závěrečná zpráva**

Čížková, Kristýna  
2015

Dostupný z <http://www.nusl.cz/ntk/nusl-201354>

Dílo je chráněno podle autorského zákona č. 121/2000 Sb.

Tento dokument byl stažen z Národního úložiště šedé literatury (NUŠL).

Datum stažení: 04.05.2024

Další dokumenty můžete najít prostřednictvím vyhledávacího rozhraní [nusl.cz](http://nusl.cz) .

Geologický ústav AV ČR, v.v.i.



# **Magnetomineralogie devonských vápenců z lokality Branžovy**

**Závěrečná zpráva**

**Geologický ústav AV ČR, v. v. i.  
Rozvojová 269, 165 00 Praha 6 – Lysolaje**

# **Magnetomineralogie devonských vápenců z lokality Branžovy**

**Závěrečná zpráva**

*Praha  
2015*

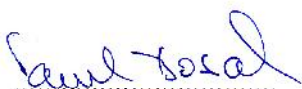
**Geologický ústav AV ČR, v. v. i.  
Rozvojevá 269, 165 00 Praha – Lysolaje**

# **Magnetomineralogie devonských vápenců z lokality Branžovy**

## **Závěrečná zpráva**

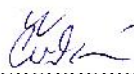
č. úkolu GLÚ AV ČR: 7006

**Geologický ústav AV ČR, v.v.i.  
Rozvojevá 269  
165 00 Praha 6  
(ředitel)**



Prof. RNDr. Pavel Bosák, DrSc.

Ředitel GLÚ AV ČR



Mgr. Kristýna Čížková

Hlavní řešitel



Ing. Petr Pruner, DrSc.\*

GLÚ AV ČR zřízen na základě usnesení 3. zasedání prezidia ČSAV ze dne 7. 2. 1990 s účinností od 1. 3. 1990.

Organizace je zapsána v rejstříku veřejných výzkumných institucí vedeném MŠMT ČR, spis. zn.: 17113/2006-34/GLÚ.

Živnostenské oprávnění k IČ 67985831 vydala Městská část Praha 6 pod čj. MCP6 058113/2011.

\*Ing. Petr Pruner, DrSc. Osvědčení o odborné způsobilosti č. 1920/2004 projektovat, provádět a vyhodnocovat geologické práce v oborech geofyzika a zkoumání geologické stavby podle zákona č. 62/1988 Sb. ve znění pozdějších předpisů a vyhlášky MŽP č. 206/2001Sb.

**Geologický ústav AV ČR, v. v. i.  
Rozvojevá 269, 165 00 Praha – Lysolaje**

**Geologický ústav AV ČR, v. v. i.  
Rozvojová 269, 165 00 Praha 6 – Lysolaje**

**Magnetomineralogie devonských vápenců z lokality Branžovy  
Závěrečná zpráva**

**Zprávu připravili:**

*Mgr. Kristýna Čížková*

*Dr. Tiiu Elbra, PhD*

*Ing. Petr Pruner, DrSc.*

*Mgr. Petr Schnabl, PhD*

**Odběratel:**

**Univerzita Palackého v Olomouci**

**17. listopadu 1192/12**

**771 46 Olomouc**

**Anotace/abstrakt:**

Devonské vápence z lokality Branžovy byly podrobeny měření magnetické susceptibility v závislosti na teplotě, postupnému sycení magnetickým polem a demagnetování střídavým polem za účelem zjištění magnetomineralogických vlastností. Ve vzorcích byly identifikovány minerály s vysokou i nízkou koercivitou. Podařilo se interpretovat kritické teploty některých magnetických minerálů.

*Zpráva je volně šiřitelná.*

*Doporučená forma citace:*

Čížková K., Elbra T., Pruner P., Schnabl P. (2015): *Magnetomineralogie devonských vápenců z lokality Branžovy. Závěrečná zpráva* – Nепublikovaná výzkumná zpráva, Geologický ústav AV ČR, v. v. i. pro Univerzitu Palackého v Olomouci: 1–20. Praha.

© Geologický ústav AV ČR, v. v. i. Praha

## **Obsah**

1. Úvod	6
2. Použité přístroje	6
3. Metodika	6
3.1. Závislost susceptibility na teplotě ( $K_t$ )	6
3.2. Izotermální remanentní magnetizace (IRM)	7
4. Výsledky analýz	7
4.1. Závislost susceptibility na teplotě ( $K_t$ )	7
4.2. Izotermální remanentní magnetizace (IRM)	8
5. Grafy s popisem	9
6. Závěr	20
7. Literatura	20

## **Seznam textových grafů**

BR008\_65  
BR020\_65  
BR022\_2  
BR025\_6  
BR031\_2  
BR034  
BR042\_2  
BR060  
BR080  
BR100\_6  
BR106

Každý graf obsahuje 3 části ( a, b, c):

a) Graf magnetické susceptibility ( $K_t$ ) za vzrůstající teploty od  $-192\text{ °C}$  do  $700\text{ °C}$  a následné ochlazení na pokojovou teplotu.

b) Detail zahřívací křivky z pokojové teploty na  $700\text{ °C}$ .

c) Normalizovaný graf průběhu magnetizace vzorku v pulzním magnetizéru (modrá křivka) a následné demagnetizace (červená křivka).

## 1. Úvod

Vybrané vzorky devonských vápenců z lokality Branžovy (Barrandien) byly podrobeny měření magnetické susceptibility v závislosti na teplotě, postupnému sycení magnetickým polem a demagnetování střídavým polem za účelem zjištění bližších magnetomineralogických vlastností.

## 2. Použité přístroje

- **AGICO MFK1-FA** - multifunkční kappa můstek s pecí CS4/CSL.
- **Magnetic Measurements MMPM10** - pulzní magnetizér.
- **AGICO LDA-3** - demagnetizátor střídavým polem.
- **AGICO JR-5** - rotační magnetometr.

## 3. Metodika

### 3.1. Závislost susceptibility na teplotě ( $K_t$ )

Závislost magnetické susceptibility na teplotě je užitečná metoda pro identifikaci magnetických minerálů pomocí charakteristických teplot. U sedimentárních hornin reaguje také na chemické změny a přeměny magnetických minerálů v hornině způsobené zahříváním.

Měření závislosti magnetické susceptibility na teplotě bylo realizováno na přístroji MFK1-FA s nastavbami CS-4 a CSL, které umožňují automatické řízení průběhu zahřívání pomocí softwaru SUFYTE5W. Pro měření byl použit vždy 1 gram homogenizovaného vzorku naspaného do měřicí kapiláry s termočlánkem. Prášek byl nadrcen v nemagnetické achátové misce.

Měření bylo prováděno v argonové atmosféře z důvodu zabránění nežádoucí oxidace vzorků vzdušným kyslíkem při nastavení přístroje na pole  $200 \text{ A}\cdot\text{m}^{-1}$  a frekvenci 976Hz. Teplotně závislá susceptibilita byla měřena za vysokých ( $20 \text{ }^\circ\text{C}$  až  $700 \text{ }^\circ\text{C}$ ) i nízkých ( $-192 \text{ }^\circ\text{C}$  až  $0 \text{ }^\circ\text{C}$ ) teplot. Počáteční teploty  $-192 \text{ }^\circ\text{C}$  bylo dosaženo zchlazením soustavy kapalným dusíkem. Naměřená data byla zpracována v programu Cureval8 (AGICO, Brno), opravena o chod pece a na skutečný objem.

Charakteristickou vlastností feromagnetických resp. antiferomagnetických materiálů je změna magnetického chování nad kritickou teplotou, která se nazývá Curieova ( $T_C$ ) resp. Néelova teplota ( $T_N$ ). Pro různé magnetické minerály se tato teplota liší. Pod kritickou teplotou jsou tyto materiály schopné nést remanentní magnetizaci, ale při překročení kritické teploty se chování materiálu mění na paramagnetické, což je doprovázeno prudkým poklesem susceptibility při stoupající teplotě.

Při měření magnetické susceptibility je před dosažením kritické teploty často možné pozorovat prudký nárůst susceptibility s ostrým hrotem (Hopkinsonův pík). Tento jev je znám jako Hopkinsonův efekt a je zřejmě spojen s přechodem na superparamagnetický stav částic. Nárůst susceptibility s rostoucí teplotou doprovází také další přeměny magnetických minerálů na magnetičtější fáze.

### 3.2. Izotermální remanentní magnetizace (IRM)

Při působení slabého magnetického pole se magnetizace chová reverzibilně, ale při zvýšení velikosti působícího pole si látka i po vyjmutí ponechává nenulovou, tzv. remanentní magnetizaci (RM). Tato zbytková izotermální magnetizace se značí IRM. Porovnáním získaných křivek magnetizace při zvětšujícím se vnějším stejnosměrném magnetickém poli a demagnetizačních křivek lze odhadnout přítomnost magneticky měkkých a magneticky tvrdých minerálů v původní hornině podle jejich koercivity.

K měření IRM byly použity vzorky formátu krychle. Osm vzorků o objemu  $8 \text{ cm}^3$ , tři vzorky o objemu cca  $3 \text{ cm}^3$ .

U všech vzorků byla nejprve změřena přirozená remanentní magnetizace (NRM), dále byly vzorky demagnetizovány v přístroji LDA-3 polem  $100 \text{ mT}$  a poté postupně vystavovány působení stejnosměrného magnetického pole v pulzním magnetizéru MMPM10 od  $12 \text{ mT}$  do  $2 \text{ T}$  (magnetizační křivka) a následně postupně demagnetizovány střídavým polem v přístroji LDA-3 do  $100 \text{ mT}$  (demagnetizační křivka). Po každém kroku byla RM změřena na rotačním magnetometru JR-5.

Posouzením průběhu získaných magnetizačních a demagnetizačních křivek lze interpretovat zastoupení magneticky měkkých (magnetit, maghemit) a tvrdých (hematit, goethit) minerálů v hornině. Magneticky měkké minerály se magnetizují a dosahují saturační remanentní magnetizace (SIRM) řádově v desítkách  $\text{mT}$ . Snadná je i jejich zpětná demagnetizace. Zatímco magneticky tvrdé minerály dosahují SIRM ve vyšších polích řádově stovek až tisíců  $\text{mT}$  (Rochette et al. 2005 uvádí pole až  $57 \text{ T}$ ). Zároveň není možné tyto minerály zpětně demagnetizovat.

## 4. Výsledky analýz

### 4.1. Závislost susceptibility na teplotě ( $K_t$ )

Magnetická susceptibilita za vzrůstající teploty od  $-192 \text{ }^\circ\text{C}$  do  $700 \text{ }^\circ\text{C}$  a následné ochlazení na pokojovou teplotu ukazuje typický průběh pro sedimentární horniny s obsahem minerálů železa. Zahřívací a ochlazovací křivky jsou ireverzibilní, přičemž ochlazovací křivka vykazuje vyšší hodnoty susceptibility než křivka zahřívací, což je důsledek oxidace či redukce méně magnetických minerálních fází na silně magnetickou minerální fázi v průběhu zahřívání. To svědčí o nestabilitě feromagnetických minerálů během zahřívání i přes skutečnost, že je měření prováděno v inertní argonové atmosféře.

U všech vzorků je možné identifikovat přítomnost původního či novotvořeného magnetitu podle Curieovy teploty  $T_C = 580 \text{ }^\circ\text{C}$  (Dunlop and Özdemir 1997), tehdy magnetit ztrácí feromagnetické vlastnosti a stává se paramagnetickým. U některých vzorků lze navíc pozorovat pokles susceptibility při teplotách vyšších než  $600 \text{ }^\circ\text{C}$ , což je možné považovat za Néelovu teplotu hematitu  $T_n = 675 \text{ }^\circ\text{C}$ , kdy se antiferomagnetické vlastnosti hematitu mění na paramagnetické. Na přítomnost hematitu je možné usuzovat i podle průběhu ochlazovací křivky. Výjimkou jsou vzorky 22.2 a 100.6, kde není hematit viditelný, což může být způsobené silnějším signálem nebo větším množstvím magnetitu.



Vzhledem ke zjištěným  $T_C$  a ireverzibilitě zahřívací a ochlazovací křivky indikuje vzestup susceptibility vznik nové feromagnetické fáze. Tato transformace je pro sedimentární horniny s obsahem železa běžná. Vápence jsou za pokojové teploty paramagnetické, ale při zahřívání se oxidy železa redukují na feromagnetické minerály, jako například magnetit či další Mg-Mn-Fe minerály. U vzorku 31.2 může být nárůst susceptibility od 100 °C způsoben tvorbou sulfidů či přechodem maghemitu nebo goethitu na hematit (Elbra 2009).

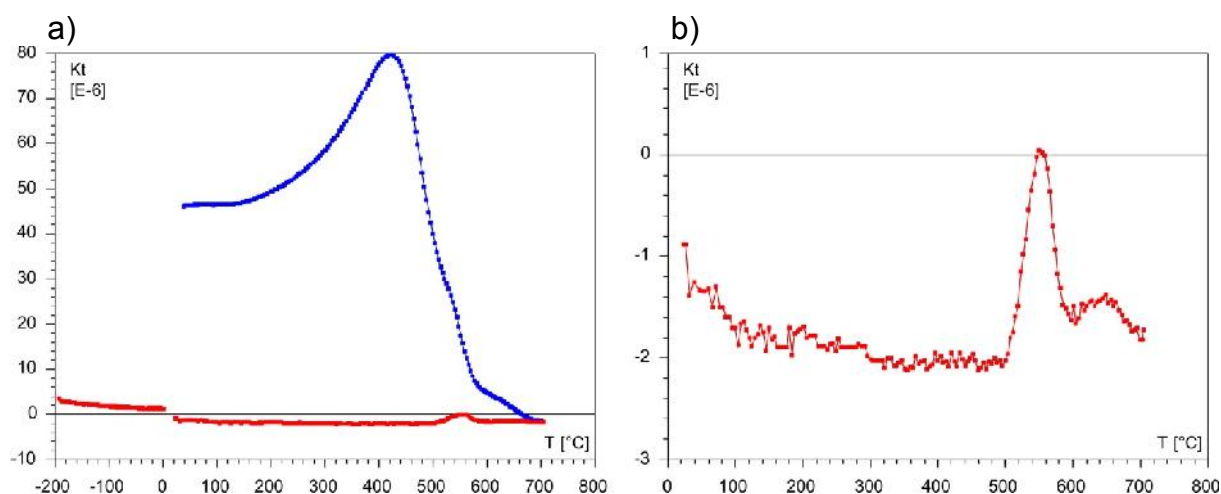
#### **4.2. Izotermální remanentní magnetizace (IRM)**

Jelikož se žádný z jedenácti vzorků nepodařilo plně saturovat ani při maximálním poli 2T, je možné u všech vzorků identifikovat přítomnost minerálů s vysokou koercivitou (nejčastěji hematit, goethit). Dalším charakteristickým rysem vysokokoercivních minerálů je jejich obtížná zpětná demagnetizace. Goethit má ve většině případů vyšší koercivitu než hematit, proto je možné, že křivky s prudším vzestupným charakterem při saturaci (8.65, 34, 60, 106) reprezentují goethit nebo jeho dominantní obsah. Zatímco křivky, které se při 2T lehce ohýbají a naznačují možné brzké dosažení saturace, dokumentují výskyt hematitu (20.65., 22.2, 25.6, 31.2, 42.2, 60, 80 a 100.6). Může se ale také jednat o jev způsobený zastoupením obou minerálů v různém poměru. Pro jistou identifikaci a rozlišení mezi hematitem a goethitem by bylo nutné použít další metody.

U vzorků 20.65, 42.2, 60 a 100.6 se jasně vyskytují také minerály s nízkou koercivitou a s průsečíkem magnetizační a demagnetizační křivky (tento bod je teoreticky v polovině hodnoty SIRM pro jednoosé jednodomé částečky) mezi 50 a 80 mT a SIRM 100–400 mT. S největší pravděpodobností se jedná o magnetit.

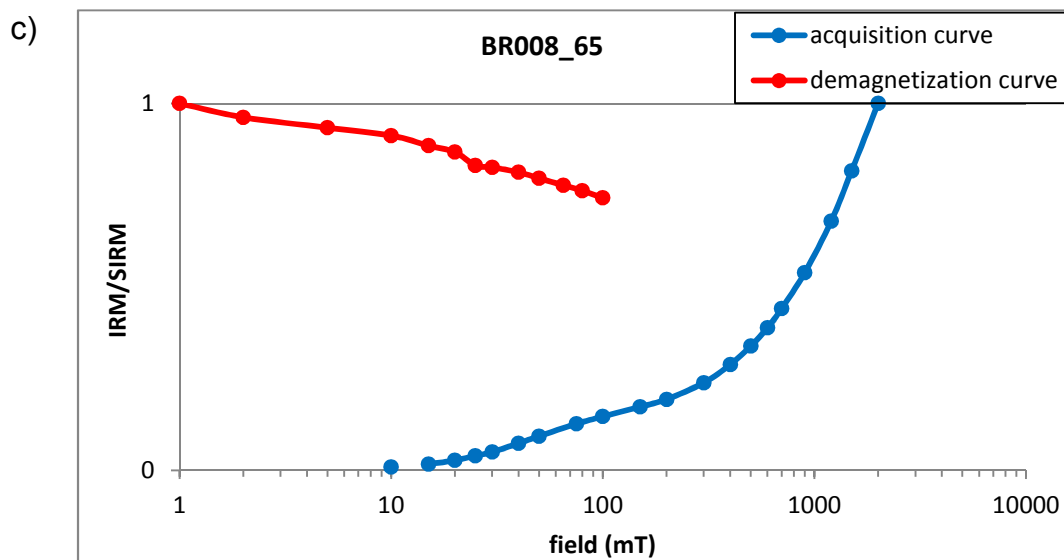
## 5. Grafy s popisem

BR008\_65



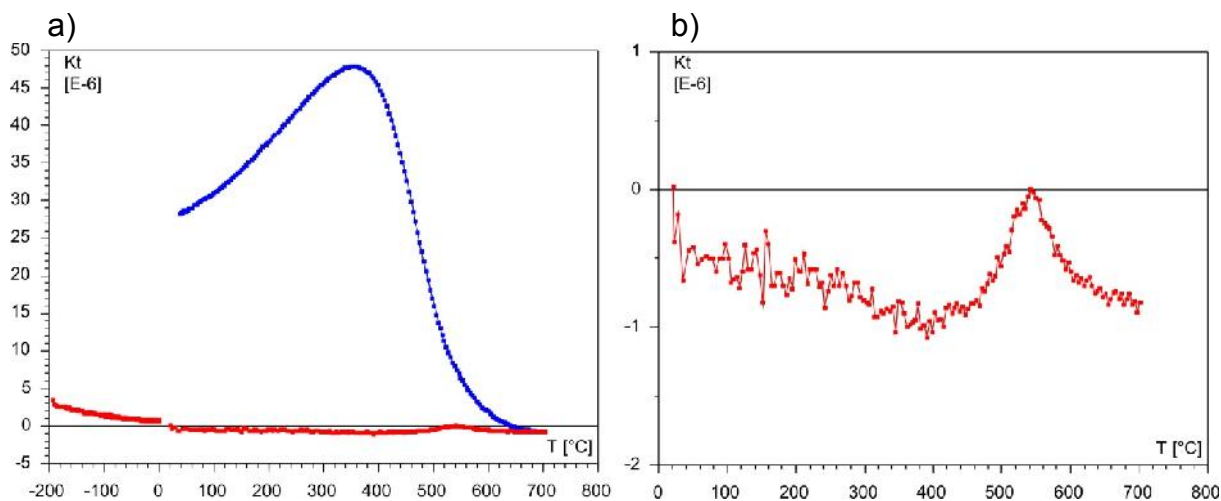
a) Graf magnetické susceptibility ( $K_t$ ) za vzrůstající teploty od  $-192^{\circ}\text{C}$  do  $700^{\circ}\text{C}$  a následné ochlazení na pokojovou teplotu. Vyšší hodnoty  $K_t$  ochlazovací (modré) křivky než vykazuje křivka zahřívací (červená) a ireverzibilní chování dokládají vznik nových minerálů v průběhu laboratorní analýzy.

b) Detail zahřívací křivky z pokojové teploty na  $700^{\circ}\text{C}$ . Vzorek vykazuje růst  $K_t$  od  $500^{\circ}\text{C}$  způsobený přeměnou oxidů železa, Curieovu teplotu ( $T_C = 580^{\circ}\text{C}$ ) typickou pro magnetit a Néelovu teplotu ( $T_N = 675^{\circ}\text{C}$ ) hematitu.



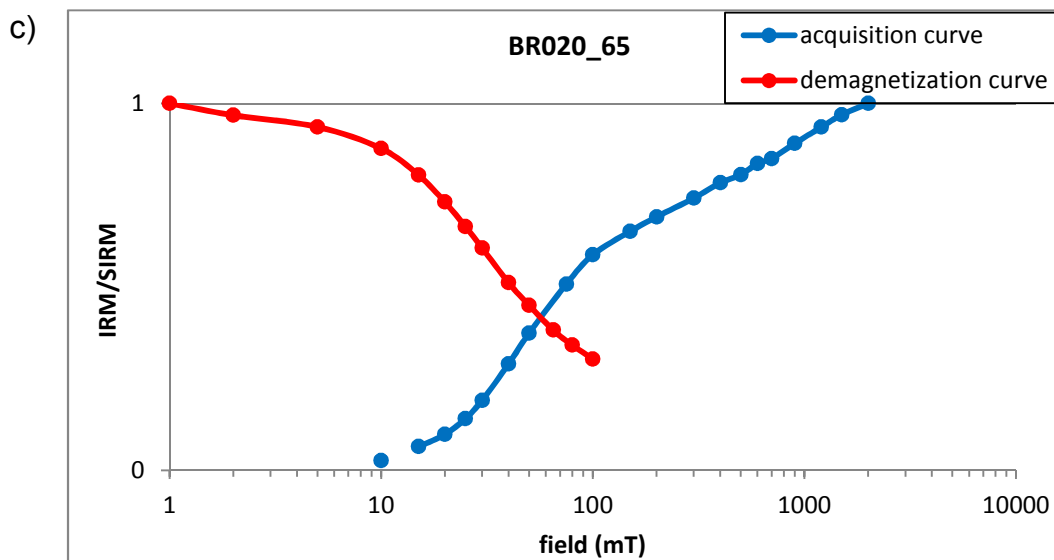
c) Normalizovaný graf průběhu magnetizace vzorku v pulzním magnetizéru (modrá křivka) a následné demagnetizace (červená křivka). Lze identifikovat magneticky tvrdý minerál, který nedosáhl saturační remanentní magnetizace (SIRM) ani při 2 T a je neochotný k demagnetizaci.

## BR020\_65



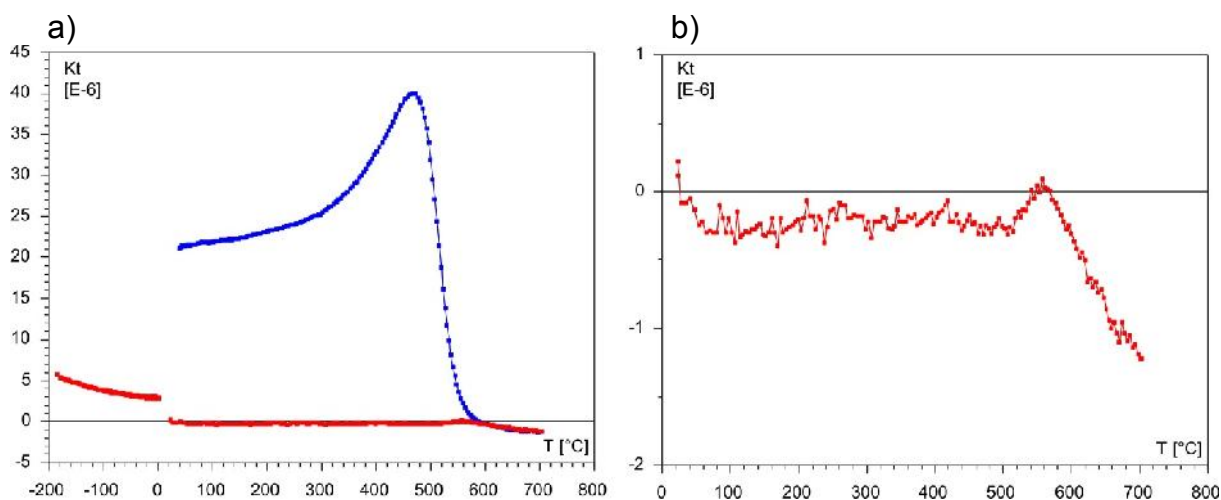
a) Graf magnetické susceptibilitě ( $K_t$ ) za vzrůstající teploty od  $-192^{\circ}\text{C}$  do  $700^{\circ}\text{C}$  a následné ochlazení na pokojovou teplotu. Vyšší hodnoty  $K_t$  ochlazovací (modré) křivky než vykazuje křivka zahřívací (červená) a ireverzibilní chování dokládají vznik nových minerálů v průběhu laboratorní analýzy.

b) Detail zahřívací křivky z pokojové teploty na  $700^{\circ}\text{C}$ . Vzorek vykazuje růst  $K_t$  od  $400^{\circ}\text{C}$  způsobený přeměnou oxidů železa a Curieovu teplotu ( $T_C = 580^{\circ}\text{C}$ ) typickou pro magnetit. Pokles  $K_t$  při vyšších teplotách naznačuje možný výskyt hematitu ( $T_N = 675^{\circ}\text{C}$ ).



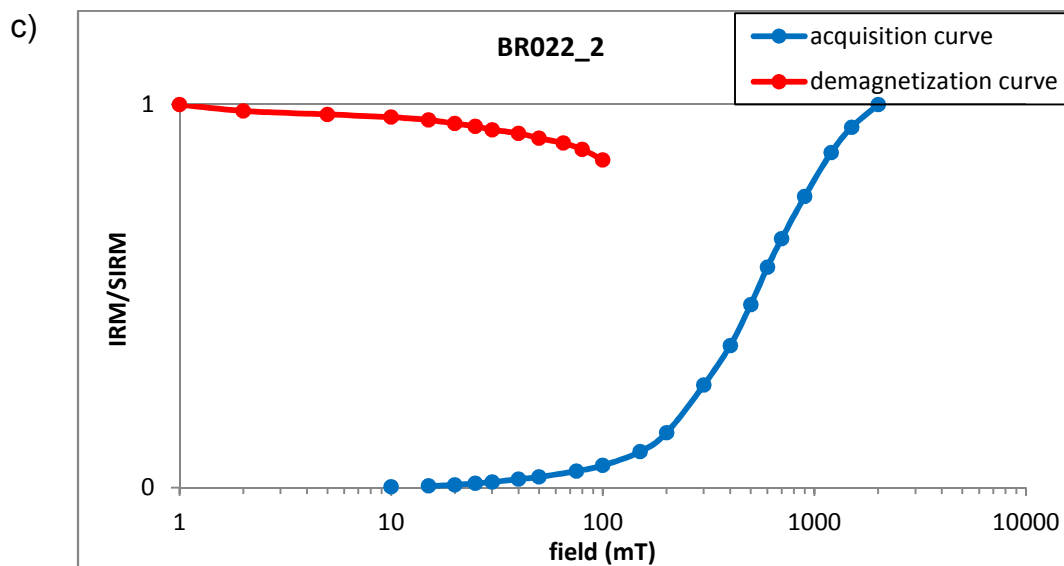
c) Normalizovaný graf průběhu magnetizace vzorku v pulzním magnetizéru (modrá křivka) a následné demagnetizace (červená křivka). Lze identifikovat magneticky měkký minerál nasycený kolem 100 mT, který je možné částečně zpětně demagnetizovat a magneticky tvrdý minerál, který nedosáhl saturační remanentní magnetizace (SIRM) ani při 2 T a díky němuž není možné vzorek zcela zpětně demagnetizovat.

## BR022\_2



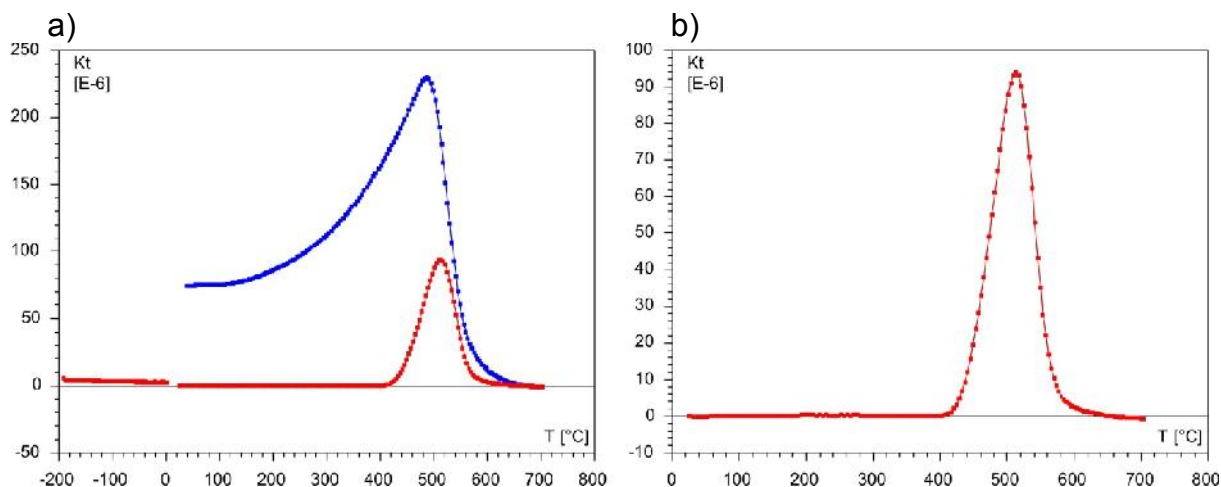
a) Graf magnetické susceptibilitě ( $K_t$ ) za vzrůstající teploty od  $-192^{\circ}\text{C}$  do  $700^{\circ}\text{C}$  a následné ochlazení na pokojovou teplotu. Vyšší hodnoty  $K_t$  ochlazovací (modré) křivky než vykazuje křivka zahřívací (červená) a ireverzibilní chování dokládají vznik nových minerálů v průběhu laboratorní analýzy.

b) Detail zahřívací křivky z pokojové teploty na  $700^{\circ}\text{C}$ . Vzorek vykazuje růst  $K_t$  od  $500^{\circ}\text{C}$  způsobený přeměnou oxidů železa, Curieovu teplotu ( $T_C = 580^{\circ}\text{C}$ ) typickou pro magnetit a Néelovu teplotu ( $T_N = 675^{\circ}\text{C}$ ) hematitu.



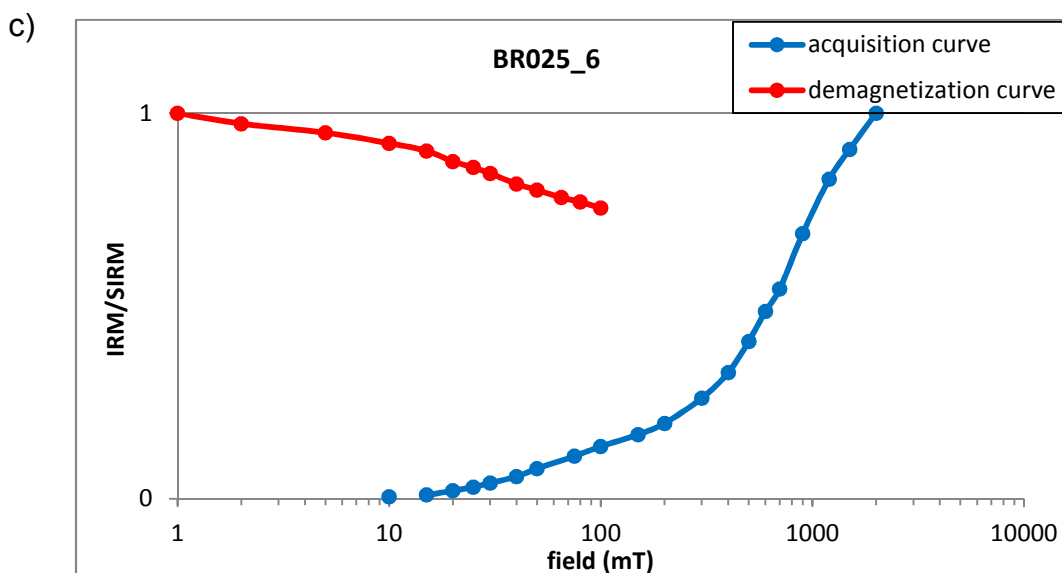
c) Normalizovaný graf průběhu magnetizace vzorku v pulzním magnetizéru (modrá křivka) a následné demagnetizace (červená křivka). Lze identifikovat magneticky tvrdý minerál, který nedosáhl saturační remanentní magnetizace (SIRM) ani při 2 T a je neochotný k demagnetizaci.

## BR025\_6



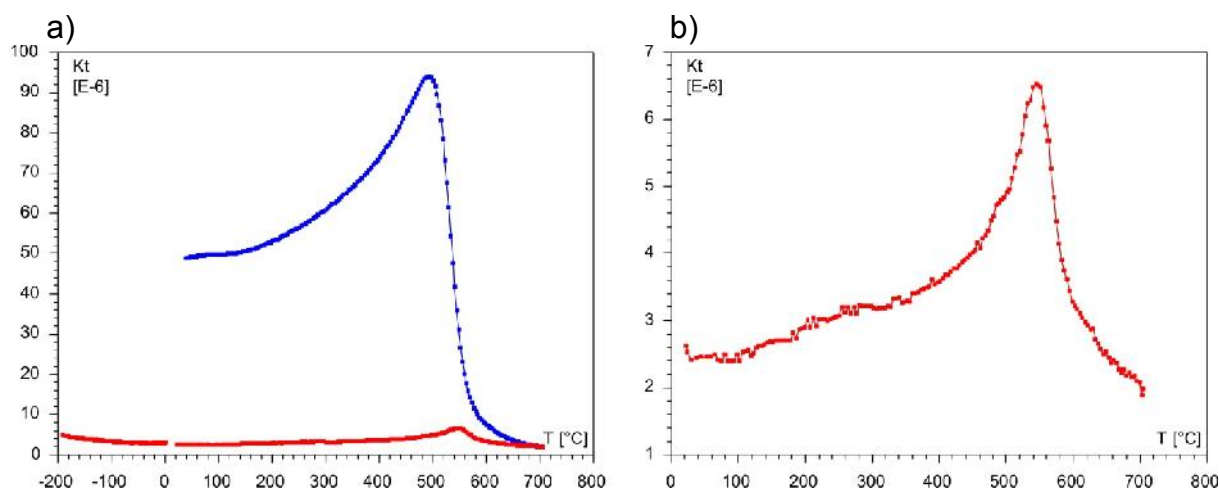
a) Graf magnetické susceptibilitě ( $K_t$ ) za vzrůstající teploty od  $-192\text{ }^{\circ}\text{C}$  do  $700\text{ }^{\circ}\text{C}$  a následné ochlazení na pokojovou teplotu. Vyšší hodnoty  $K_t$  ochlazovací (modré) křivky než vykazuje křivka zahřívací (červená) a ireverzibilní chování dokládají vznik nových minerálů v průběhu laboratorní analýzy.

b) Detail zahřívací křivky z pokojové teploty na  $700\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Vzorek vykazuje růst  $K_t$  od  $400\text{ }^{\circ}\text{C}$  způsobený přeměnou oxidů železa a Curieovu teplotu  $T_C = 580\text{ }^{\circ}\text{C}$  typickou pro magnetit.



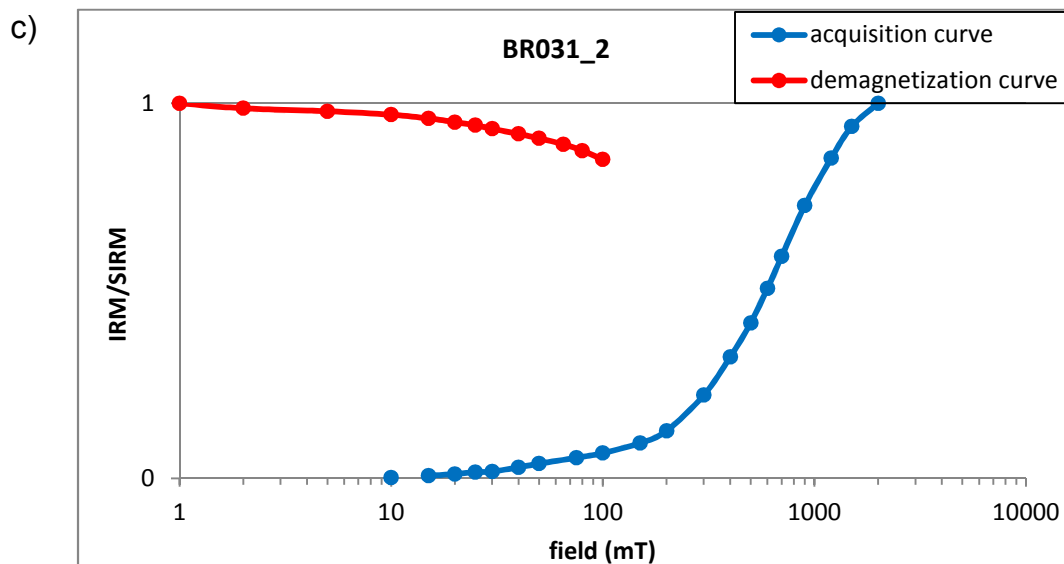
c) Normalizovaný graf průběhu magnetizace vzorku v pulzním magnetizéru (modrá křivka) a následné demagnetizace (červená křivka). Lze identifikovat magneticky tvrdý minerál, který nedosáhl saturační remanentní magnetizace (SIRM) ani při 2 T a je neochotný k demagnetizaci.

## BR031\_2



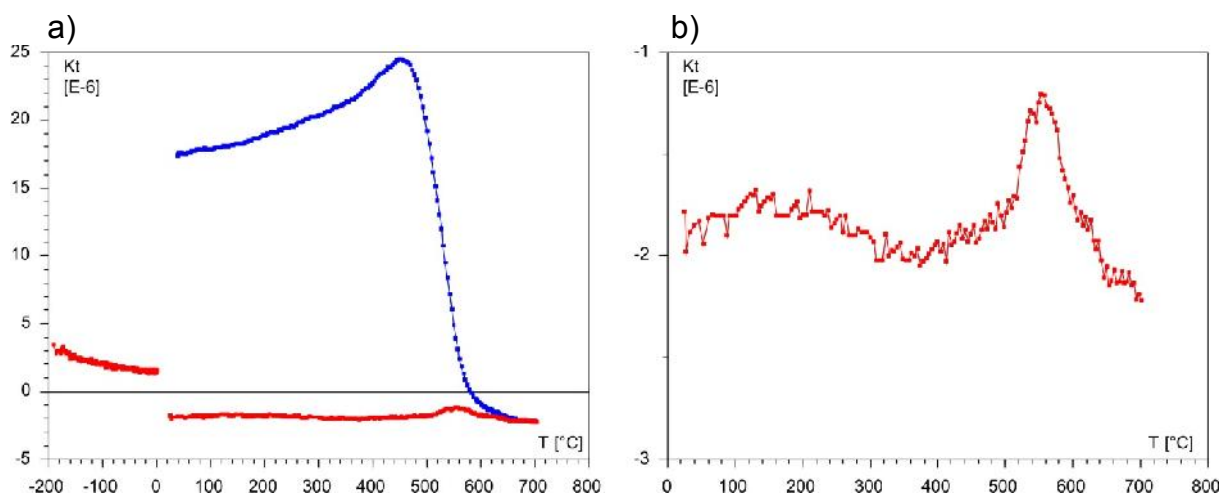
a) Graf magnetické susceptibility ( $K_t$ ) za vzrůstající teploty od  $-192^{\circ}\text{C}$  do  $700^{\circ}\text{C}$  a následné ochlazení na pokojovou teplotu. Vyšší hodnoty  $K_t$  ochlazovací (modré) křivky než vykazuje křivka zahřívací (červená) a ireverzibilní chování dokládají vznik nových minerálů v průběhu laboratorní analýzy.

b) Detail zahřívací křivky z pokojové teploty na  $700^{\circ}\text{C}$ . Vzorek vykazuje růst  $K_t$  způsobený přeměnou oxidů železa, Curieovu teplotu ( $T_C = 580^{\circ}\text{C}$ ) typickou pro magnetit a Néelovu teplotu ( $T_N = 675^{\circ}\text{C}$ ) hematitu.



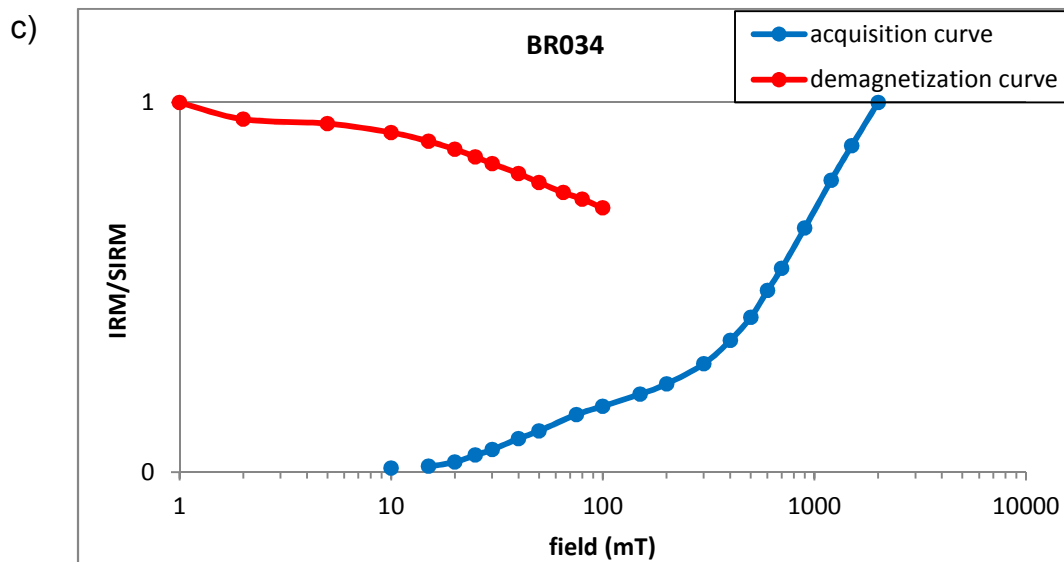
c) Normalizovaný graf průběhu magnetizace vzorku v pulzním magnetizéru (modrá křivka) a následné demagnetizace (červená křivka). Lze identifikovat magneticky tvrdý minerál, který nedosáhl saturační remanentní magnetizace (SIRM) ani při 2 T a je neochotný k demagnetizaci.

## BR034



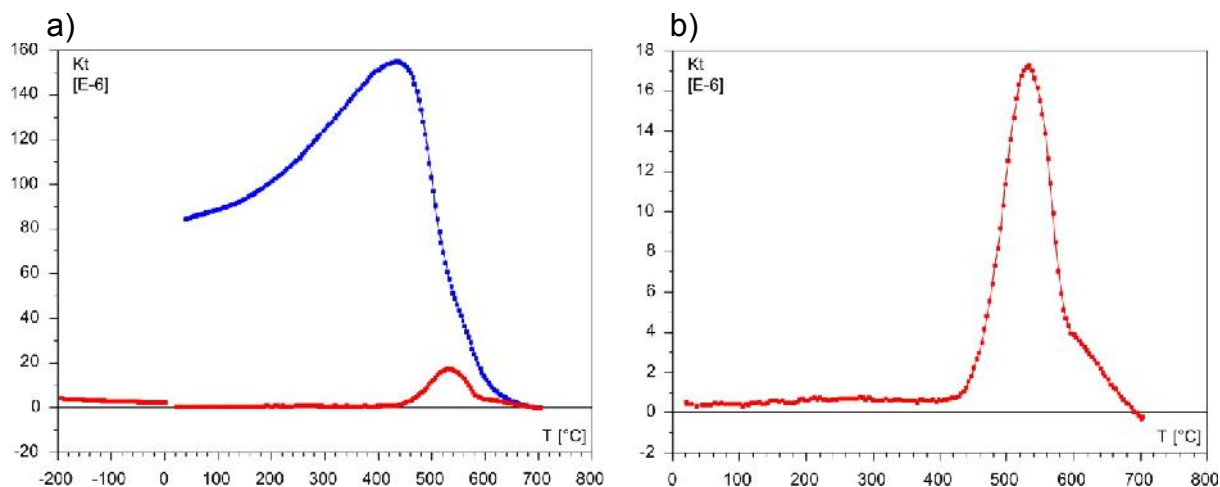
a) Graf magnetické susceptibilitě ( $K_t$ ) za vzrůstající teploty od  $-192\text{ }^{\circ}\text{C}$  do  $700\text{ }^{\circ}\text{C}$  a následné ochlazení na pokojovou teplotu. Vyšší hodnoty  $K_t$  ochlazovací (modré) křivky než vykazuje křivka zahřívací (červená) a ireverzibilní chování dokládají vznik nových minerálů v průběhu laboratorní analýzy.

b) Detail zahřívací křivky z pokojové teploty na  $700\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Vzorek vykazuje růst  $K_t$  od  $400\text{ }^{\circ}\text{C}$  způsobený minerální přeměnou, Curieovu teplotu ( $T_C = 580\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) typickou pro magnetit a Néelovu teplotu ( $T_N = 675\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) hematitu.



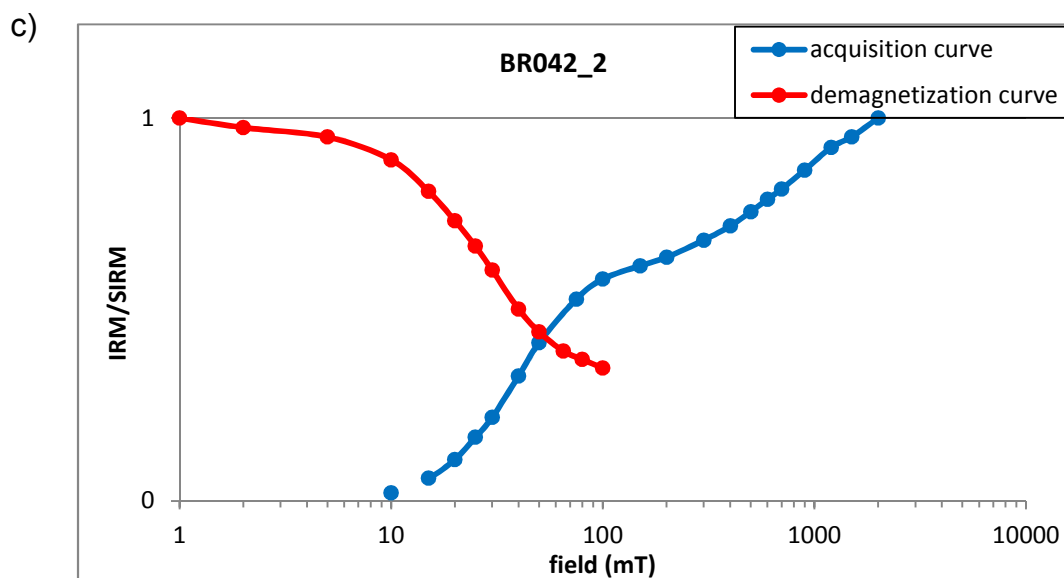
c) Normalizovaný graf průběhu magnetizace vzorku v pulzním magnetizéru (modrá křivka) a následné demagnetizace (červená křivka). Lze identifikovat magneticky tvrdý minerál, který nedosáhl saturační remanentní magnetizace (SIRM) ani při 2 T a je neochotný k demagnetizaci.

## BR042\_2



a) Graf magnetické susceptibility ( $K_t$ ) za vzrůstající teploty od  $-192^{\circ}\text{C}$  do  $700^{\circ}\text{C}$  a následné ochlazení na pokojovou teplotu. Vyšší hodnoty  $K_t$  ochlazovací (modré) křivky než vykazuje křivka zahřívací (červená) a ireverzibilní chování dokládají vznik nových minerálů v průběhu laboratorní analýzy.

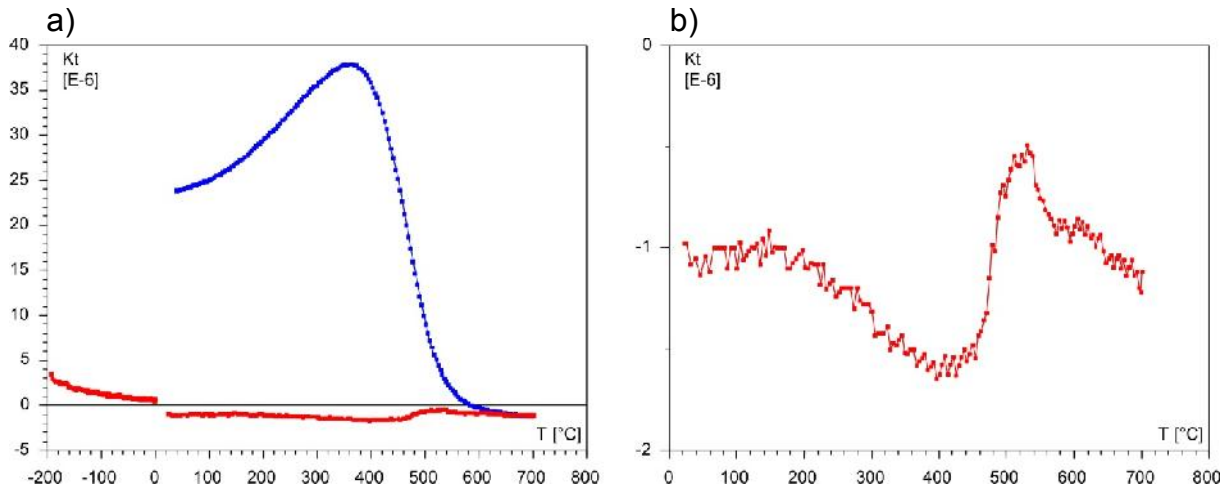
b) Detail zahřívací křivky z pokojové teploty na  $700^{\circ}\text{C}$ . Vzorek vykazuje růst  $K_t$  od  $450^{\circ}\text{C}$  způsobený přeměnou oxidů železa, Curieovu teplotu ( $T_C = 580^{\circ}\text{C}$ ) typickou pro magnetit a Néelovu teplotu ( $T_N = 675^{\circ}\text{C}$ ) hematitu.



c) Normalizovaný graf průběhu magnetizace vzorku v pulzním magnetizéru (modrá křivka) a následné demagnetizace (červená křivka). Lze identifikovat magneticky měkký minerál nasycený kolem 100 mT, který je možné částečně zpětně demagnetizovat a magneticky tvrdý minerál, který nedosáhl saturační remanentní magnetizace (SIRM) ani při 2 T a díky němuž není možné vzorek zcela zpětně demagnetizovat.

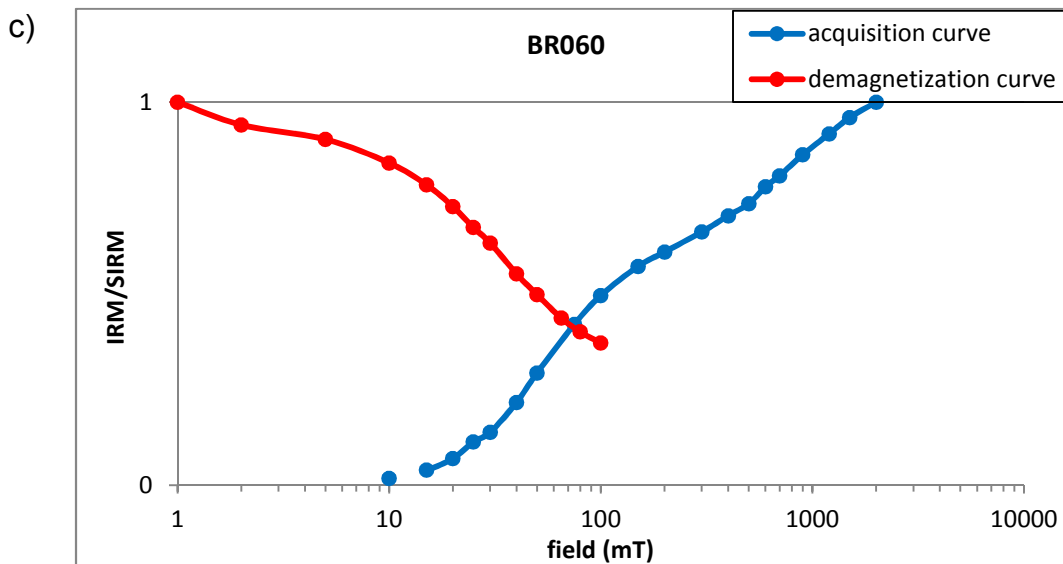


## BR060



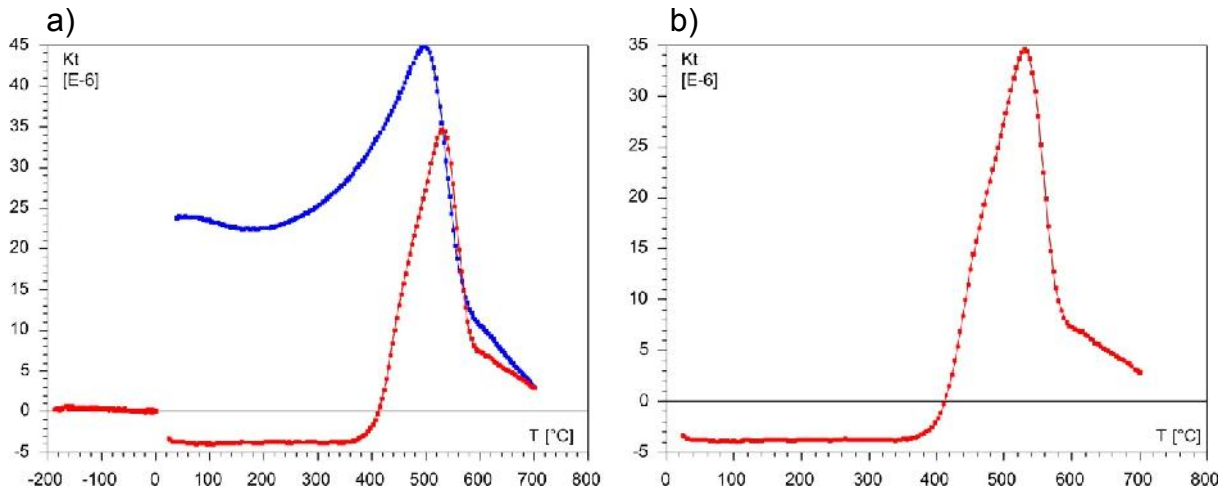
a) Graf magnetické susceptibility ( $K_t$ ) za vzrůstající teploty od  $-192\text{ }^{\circ}\text{C}$  do  $700\text{ }^{\circ}\text{C}$  a následné ochlazení na pokojovou teplotu. Vyšší hodnoty  $K_t$  ochlazovací (modré) křivky než vykazuje křivka zahřívací (červená) a ireverzibilní chování dokládají vznik nových minerálů v průběhu laboratorní analýzy.

b) Detail zahřívací křivky z pokojové teploty na  $700\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Vzorek vykazuje růst  $K_t$  od  $400\text{ }^{\circ}\text{C}$  způsobený přeměnou oxidů železa a Curieovu teplotu ( $T_C = 580\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) typickou pro magnetit. Pokles  $K_t$  při vyšších teplotách naznačuje možný výskyt hematitu ( $T_N = 675\text{ }^{\circ}\text{C}$ ).



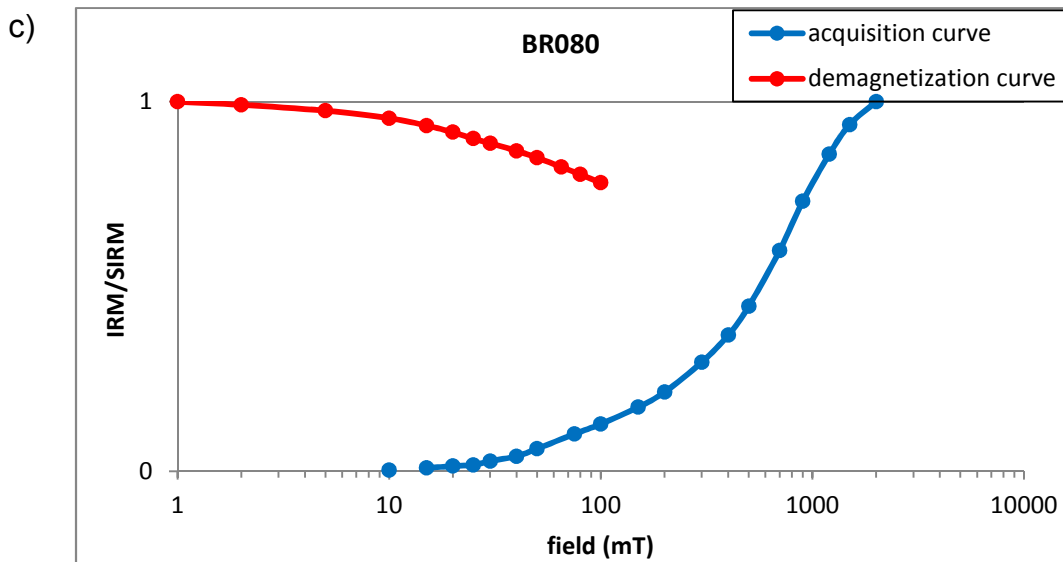
c) Normalizovaný graf průběhu magnetizace vzorku v pulzním magnetizéru (modrá křivka) a následné demagnetizace (červená křivka). Lze identifikovat magneticky měkký minerál nasycený kolem 110 mT, který je možné částečně zpětně demagnetizovat a magneticky tvrdý minerál, který nedosáhl saturační remanentní magnetizace (SIRM) ani při 2 T a díky němuž není možné vzorek zcela zpětně demagnetizovat.

## BR080



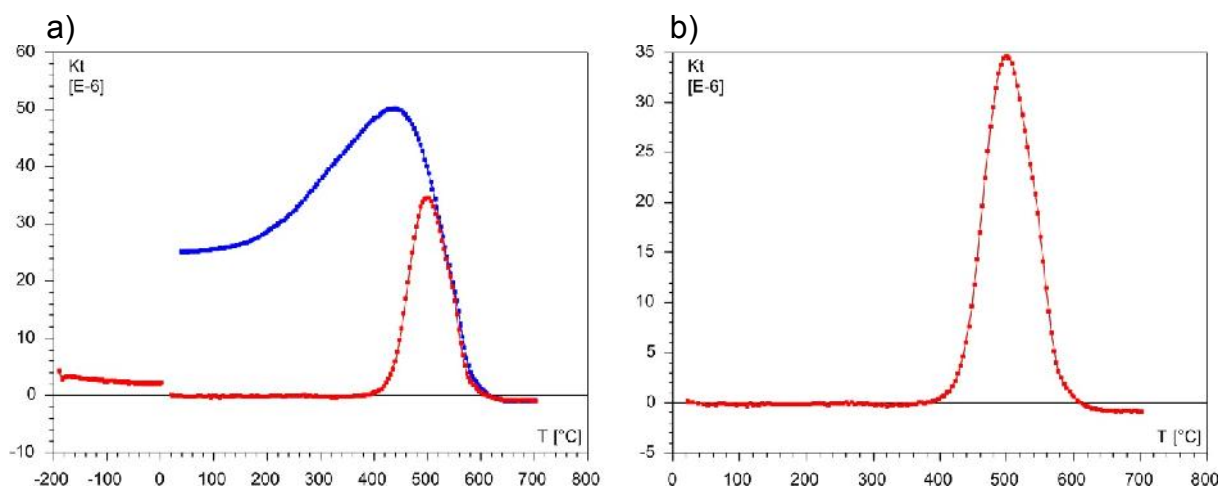
a) Graf magnetické susceptibility ( $K_t$ ) za vzrůstající teploty od  $-192^{\circ}\text{C}$  do  $700^{\circ}\text{C}$  a následné ochlazení na pokojovou teplotu. Vyšší hodnoty  $K_t$  ochlazovací (modré) křivky než vykazuje křivka zahřívací (červená) a ireverzibilní chování dokládají vznik nových minerálů v průběhu laboratorní analýzy.

b) Detail zahřívací křivky z pokojové teploty na  $700^{\circ}\text{C}$ . Vzorek vykazuje růst  $K_t$  od  $350^{\circ}\text{C}$  způsobený přeměnou oxidů železa a Curieovu teplotu ( $T_C = 580^{\circ}\text{C}$ ) typickou pro magnetit. Pokles  $K_t$  při vyšších teplotách naznačuje možný výskyt hematitu ( $T_N = 675^{\circ}\text{C}$ ).



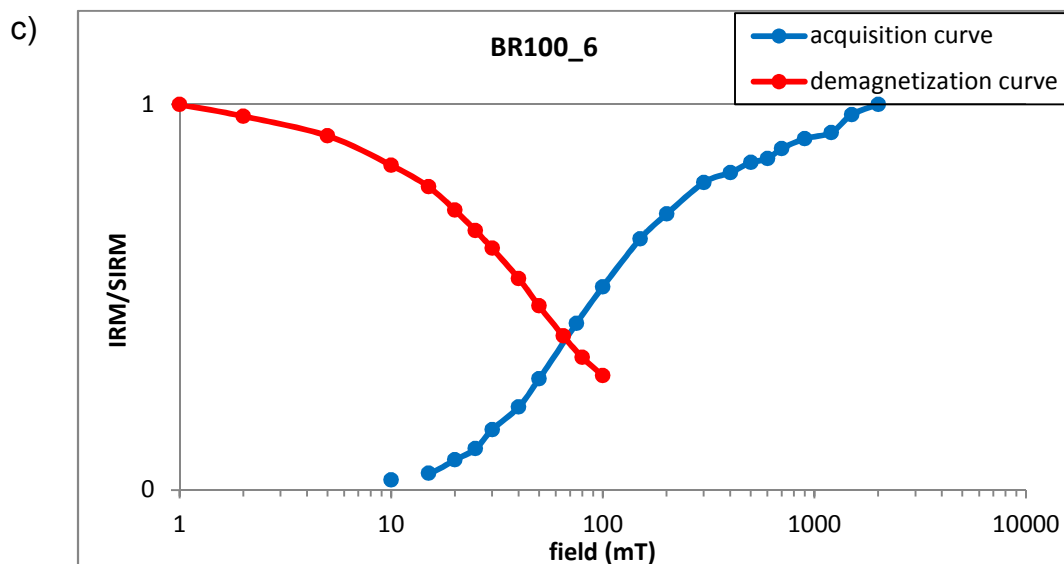
c) Normalizovaný graf průběhu magnetizace vzorku v pulzním magnetizéru (modrá křivka) a následné demagnetizace (červená křivka). Lze identifikovat magneticky tvrdý minerál, který nedosáhl saturační remanentní magnetizace (SIRM) ani při 2 T a je neochotný k demagnetizaci.

## BR100\_6



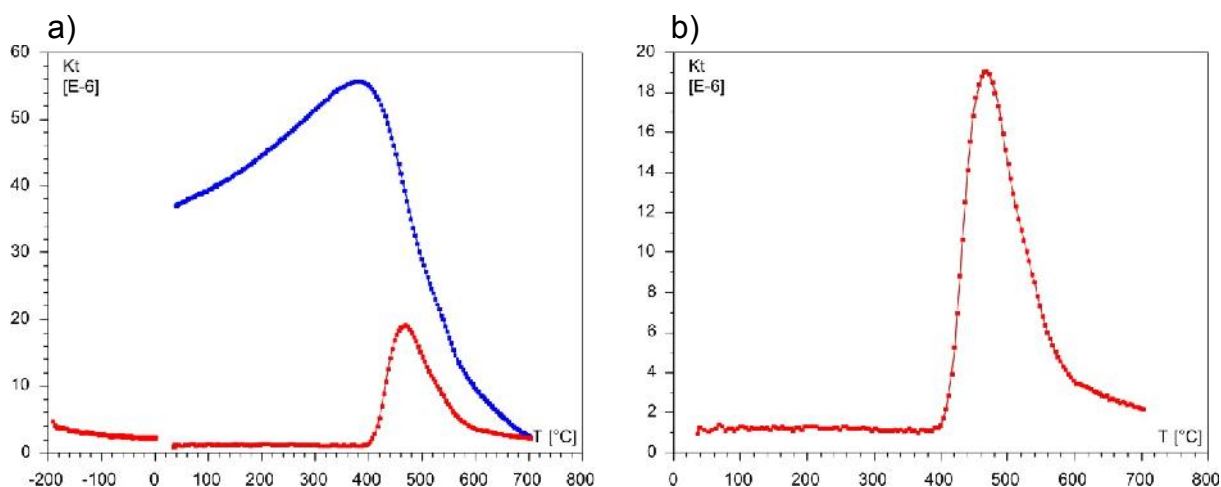
a) Graf magnetické susceptibilitě ( $K_t$ ) za vzrůstající teploty od  $-192$  °C do  $700$  °C a následné ochlazení na pokojovou teplotu. Vyšší hodnoty  $K_t$  ochlazovací (modré) křivky než vykazuje křivka zahřívací (červená) a převážně ireverzibilní chování dokládají vznik nových minerálů v průběhu laboratorní analýzy.

b) Detail zahřívací křivky z pokojové teploty na  $700$  °C. Vzorek vykazuje růst  $K_t$  od  $400$  °C způsobený přeměnou oxidů železa a Curieovu teplotu  $T_C = 580$  °C typickou pro magnetit.



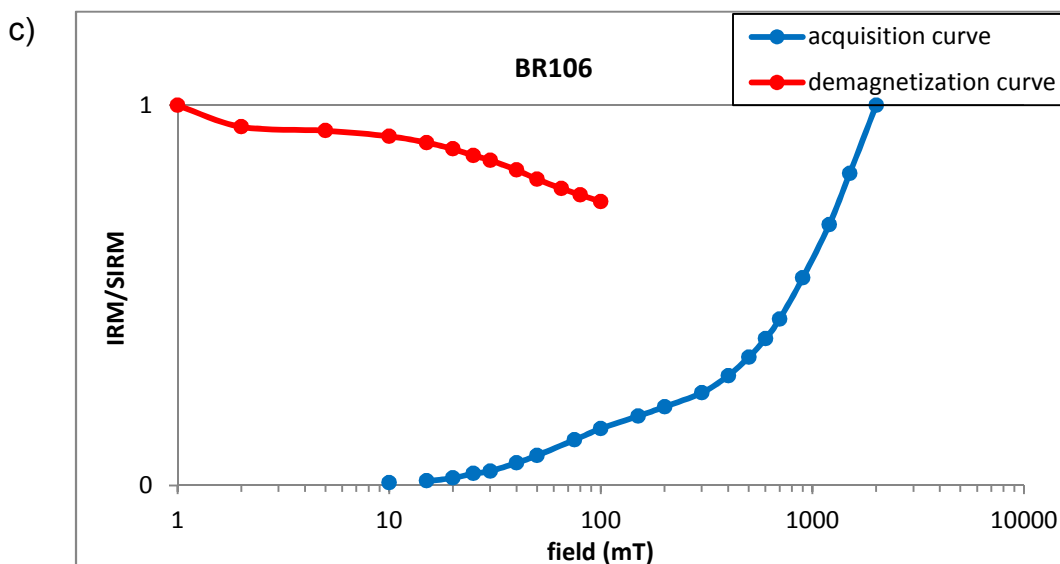
c) Normalizovaný graf průběhu magnetizace vzorku v pulzním magnetizéru (modrá křivka) a následné demagnetizace (červená křivka). Lze identifikovat magneticky měkký minerál nasycený kolem 500 mT, který je možné částečně zpětně demagnetizovat a magneticky tvrdý minerál, který nedosáhl saturační remanentní magnetizace (SIRM) ani při 2 T a díky němuž není možné vzorek zcela zpětně demagnetizovat.

## BR106



a) Graf magnetické susceptibility ( $K_t$ ) za vzrůstající teploty od  $-192$  °C do  $700$  °C a následné ochlazení na pokojovou teplotu. Vyšší hodnoty  $K_t$  ochlazovací (modré) křivky než vykazuje křivka zahřívací (červená) a ireverzibilní chování dokládají vznik nových minerálů v průběhu laboratorní analýzy.

b) Detail zahřívací křivky z pokojové teploty na  $700$  °C. Vzorek vykazuje růst  $K_t$  od  $400$  °C způsobený přeměnou oxidů železa a Curieovu teplotu  $T_C = 580$  °C typickou pro magnetit. Pokles  $K_t$  při vyšších teplotách naznačuje možný výskyt hematitu ( $T_N = 675$  °C).



c) Normalizovaný graf průběhu magnetizace vzorku v pulzním magnetizéru (modrá křivka) a následné demagnetizace (červená křivka). Lze identifikovat magneticky tvrdý minerál, který nedosáhl saturační remanentní magnetizace (SIRM) ani při 2 T a je neochotný k demagnetizaci.

## 6. Závěr

Při měření magnetické susceptibility závislé na teplotě došlo k tvorbě nových minerálů v důsledku zahřívání sedimentární horniny. Měření za nízké teploty bohužel neukázalo žádné z typických přechodů, podle kterých by bylo možné identifikovat původní minerály. Podle kritických teplot při měření za vysoké teploty bylo možno identifikovat magnetit a u některých vzorků hematit, tyto však nemusí být v hornině původní, ale mohli vzniknout při zahřívání vzorku. Měření susceptibility za teploty se pro tento druh vzorků neukázalo jako přínosná metoda.

Díky měření IRM bylo možno u všech vzorků identifikovat přítomnost minerálu s vysokou koercivitou. Zda se jedná o hematit či goethit není jednoznačné, s největší pravděpodobností se jedná o směs obou minerálů. Pro přesnější identifikaci by bylo nutné použít další metody, např. třiosé sycení s následnou tepelnou demagnetizací. U čtyř vzorků je zdokumentován také výskyt minerálu o nízké koercivitě, pravděpodobně se jedná o magnetit.

## 7. Literatura

Dunlop, D.J. and Özdemir, Ö. 1997. *Rock Magnetism: Fundamentals and Frontiers*. Cambridge University Press, Cambridge, 573 pp.

Elbra, T., Kontny, A. and Pesonen, L.J., 2009. Rock-magnetic properties of the ICDP-USGS Eyreville core, Chesapeake Bay impact structure, Virginia, USA. In: Gohn, G.S., Koeberl, C., Miller, K.G., and Reimold, W.U. (eds.), *The ICDP-USGS Deep Drilling Project in the Chesapeake Bay Impact Structure: Results from the Eyreville Core Holes*. Geological Society of America, Special Papers 458, p. 119-135.

Rochette, P., Mathe', P. E., Esteban, L., Rakoto, H., Bouchez, J. L., Liu, Q. S. and Torrent, J., 2005. Non-saturation of the defect moment of goethite and fine-grained hematite up to 57 teslas. *Geophys. Res. Lett.*, 32, L22309.